

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number 10064983 A

(43) Date of publication of application: 06.03.98

(51) Int. Cl

H01L 21/68  
C23C 16/44

(21) Application number: 08216225

(22) Date of filing: 16.08.96

(71) Applicant: SONY CORP SOUZOU  
KAGAKU:KK

(72) Inventor: KADOMURA SHINGO  
SHIROSAKI TOMOHIDE  
HIRANO SHINSUKE  
MIYASHITA KINYA  
TATSUMI YOSHIKI  
MIYATA SEIICHIRO

(54) WAFER STAGE

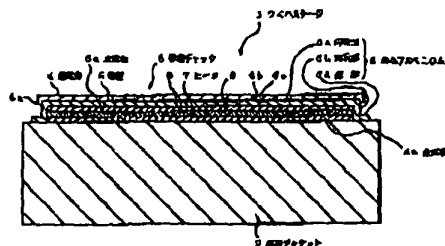
temperature adjustment means.

(57) Abstract:

COPYRIGHT (C)1998,JPO

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide the wafer stage by which plasma processing is attained under a condition of high temperature heating, especially under a condition at a temperature of 400°C or over by establishing an electrostatic chuck technology whose temperature control performance is improved.

**SOLUTION:** The wafer stage 1 is made up of an electrostatic chuck 3 and a temperature adjustment jacket 2 placed under the electrostatic chuck 3. The electrostatic chuck 3 is provided with a dielectric body 4 made of an insulating material, an electrode 5 consisting of a soldered layer placed to a lower side of the dielectric body 4, an aluminum nitride plate 6 placed to a lower side of the electrode 5, a heater 7 placed to a lower side of the aluminum nitride plate 6 and a metallic plate 8b placed to the lower side of the aluminum nitride plate 6 and placed to an upper side or a lower side of the heater 7. The temperature adjustment jacket 2 is made of a composite aluminum material made by complexing inorganic fibers and an aluminum or an aluminum alloy under a high pressure and provided with a



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-64983

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月6日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/68			H 0 1 L 21/68	R
C 2 3 C 16/44			C 2 3 C 16/44	H

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平8-216225

(22) 出願日 平成8年(1996) 8月16日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(71) 出願人 591012266

株式会社創造科学

川崎市高津区下作延802

(72) 発明者 門村 新吾

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 城崎 友秀

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 弁理士 船橋 國則

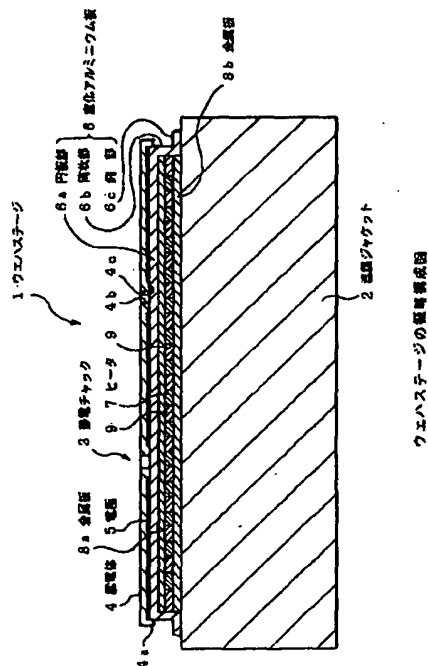
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ウエハステージ

(57) 【要約】

【課題】 温度制御性を上げた静電チャック技術の確立により、高温加熱条件下、特に400℃以上の条件下でプラズマ処理を可能にする、ウエハステージの提供が望まれている。

【解決手段】 静電チャック3と、静電チャック3の下に配設された温調ジャケット2とからなるウエハステージ1である。静電チャック3は、絶縁材料からなる誘電体4と、誘電体4の下側に配設されたるろう付け層からなる電極5と、電極5の下側に配設された窒化アルミニウム板6と、窒化アルミニウム板6の下側に配設されたヒータ7と、窒化アルミニウム板6の下側に配設され、ヒータ7の上側あるいは下側に配設された金属板8a(8b)とを備えている。温調ジャケット2は、無機繊維とアルミニウムまたはアルミニウム合金とを高圧下で複合してなる複合化アルミニウム材料から形成されており、温調手段を備えている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 静電チャックと、該静電チャックの下に配設された温調ジャケットとからなるウエハステージであって、

前記静電チャックは、絶縁材料からなる誘電体と、該誘電体の下側に配設されて該誘電体を固定するためのろう付け層からなる電極と、

該電極の下側に配設されて該電極により前記誘電体を固定した窒化アルミニウム板と、

該窒化アルミニウム板の下側に配設されて前記誘電体を加熱するヒータと、

前記窒化アルミニウム板の下側に配設され、かつ前記ヒータの上側あるいは下側の少なくとも一方に配設された金属板とを備えてなり、

前記温調ジャケットは、無機繊維とアルミニウムまたはアルミニウム合金とを高圧下で複合してなる複合化アルミニウム材料から形成され、かつ温調手段を備えてなることを特徴とするウエハステージ。

【請求項2】 前記静電チャックと温調ジャケットとは、ろう付け層を介して接合され一体化されていることを特徴とする請求項1記載のウエハステージ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、主に半導体装置の製造に用いられるウエハステージに係り、詳しくはウエハを400℃以上の高温に加熱してプラズマ処理を行うプロセスに好適に用いられるウエハステージに関する。

## 【0002】

【従来の技術】半導体装置の製造においては、プラズマエッチングやプラズマCVDなど、ウエハにプラズマ処理を施すプロセスが多く知られている。このようなプラズマプロセスにおいては、特にプラズマエッチングなどにおいてその加工精度を上げるため低温でのエッチングなどが採用されつつあることから、ウエハの温度制御が重要であることが認識されつつある。

【0003】ところで、近年では、LSIにおける多層配線技術の進歩に伴い、配線材料として例えば低抵抗化のためCuを用いたいといったような新材料への要求や、ギャップフィル技術に高密度プラズマCVDを採用したいなどといった要求がなされるようになってきており、前述したような低温下でプラズマ処理を行うプロセスだけでなく、高温下でプラズマ処理を行うプロセスについてもその重要度が増してきている。

【0004】ところが、このようなプラズマ処理では、エッチングプロセスにおけるイオン衝撃、ギャップフィルCVDやバリアメタルCVDプロセスにおける高密度プラズマの照射などによる、プラズマからウエハへの大きな入熱があり、例えばウエハの温度がプラズマ発生前に比べて40℃程度から100℃程度以上も上昇してしまうことがある。したがって、ウエハを保持するウエハ

ステージによってウエハを加熱し、高温下でプラズマ処理するプロセスにおいても、プラズマからウエハへの入熱の影響を抑え、ウエハを設定温度に制御することが重要になっている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来では高温下においてこのようなウエハ温度制御が十分行われておらず、プロセス処理中に前述した程度の温度上昇が起こるのが当然とされ、このような温度上昇を見込んで予めウエハステージの温度を低めに設定し、プロセス条件を組んでいるのが実状である。

【0006】このような高温下でのプラズマプロセスにおいて、ウエハの温度制御が十分できないのは以下の理由による。

(1) ウエハステージによるウエハの加熱は、通常ウエハステージに設けられたヒータによって行われるが、ヒータによる加熱のみでは、プラズマからの入熱による温度上昇が抑えられない。

(2) ウエハステージとして、ウエハを吸着保持するための静電チャックとこの静電チャックの温度調整を行う金属製のジャケットとを備えたものを用いた場合、従来では、ウエハとウエハステージとの密着性を向上させることで、温度制御性を上げる静電チャック技術が確立されていない。特に(2)については、高温では、静電チャック用の誘電体としてポリイミド等の有機系膜が当然使えないし、またセラミックスも体積固有抵抗が変化するため使いにくい。しかも、セラミックスは、静電チャック中の他の金属材料や金属製ジャケットとの接合をどうするかという問題もある。

【0007】すなわち、一般に金属とセラミックスとの線膨張係数は大きく異なるので、通常これらの接合に用いられる溶射やろう付けでは、線膨張係数の違いから、加熱状態にてセラミックスが破壊する可能性が高いからである。特に、プラズマCVD処理を行うべくウエハの温度を400℃以上の高温に調整したい場合などでは、例えば金属製ジャケットとしてAl製のジャケットを用いても、静電チャックと金属製ジャケットとの線膨張係数の違いによる影響がより大きくなって静電チャックの破壊を防ぐのが難しくなり、したがってこれらを直接接合することが極めて困難になっている。本発明は前記事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、温度制御性を上げた静電チャック技術の確立により、高温加熱条件下、特に400℃以上の条件下でプラズマ処理を可能にするウエハステージを提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明のウエハステージでは、静電チャックと、該静電チャックの下に配設された温調ジャケットとからなり、前記静電チャックは、絶縁材料からなる誘電体と、該誘電体の下側に配設されて該誘電体を固定するためのろう付け層からなる電極と、

該電極の下側に配設されて該電極により前記誘電体を固定した窒化アルミニウム板と、該窒化アルミニウム板の下側に配設されて前記誘電体を加熱するヒータと、前記窒化アルミニウム板の下側に配設され、かつ前記ヒータの上側あるいは下側の少なくとも一方に配設された金属板とを備え、前記温調ジャケットは、無機繊維とアルミニウムまたはアルミニウム合金とを高圧下で複合してなる複合化アルミニウム材料から形成され、かつ温調手段を備えたことを前記課題の解決手段とした。

【0009】このウエハステージによれば、静電チャックにヒータが一体化されているので、ヒータによる加熱によって熱が速やかに電極を介して誘電体に伝わり、これにより誘電体上に載置・保持されるウエハが速やかに加熱される。また、静電チャックにおける電極が前記誘電体を固定するためのろう付け層によって形成されているので、誘電体と電極との接合が確実になるとともに電極を薄厚に形成することが可能になり、しかも、該電極がろう材、すなわち熱伝導性の良好な金属あるいは合金からなっているため、ヒータから誘電体への熱伝導が一層速やかになる。また、電極とヒータとの間には、熱伝導率が0.235 [cal/cm・sec・℃]と高い窒化アルミニウム板が設けられているので、ヒータから電極への熱伝導が速やかになる。

【0010】また、ヒータの上側あるいは下側の少なくとも一方に金属板が配設されているので、ろう付け層からなる電極を薄く形成しても、金属板によって静電チャック全体の機械強度を十分に保持することが可能になる。さらに、金属板がヒータの上側にある場合には、該金属板がヒータからの熱を窒化アルミニウム板側に速やかに伝える伝熱板として機能し、金属板がヒータの下側に

ある場合には、この静電チャックの下に配設された温調ジャケットからの温熱あるいは冷熱をヒータ側に伝える伝熱板として機能する。また、このような構成の静電チャックの下に温調手段を備えた温調ジャケットが配設されているので、静電チャックに設けたヒータによってウエハを速やかに加熱するのに加え、温調ジャケットによって静電チャックを介してウエハの温度調整を行うことが可能になる。

【0011】また、この温調ジャケットが、無機繊維とアルミニウムまたはアルミニウム合金とを高圧下で複合してなる複合化アルミニウム材料から形成されているので、この複合化アルミニウム材料が金属アルミニウムに近い熱伝導率を有し、かつ線膨張係数が金属アルミニウムに比べ低いことにより、この温調ジャケットと静電チャックとを直接接合しても、温調ジャケットの線膨張係数が静電チャック中の誘電体の線膨張係数に近くなっているため、これらの線膨張係数の違いによる誘電体等の割れや剥離などが抑えられる。また、静電チャックと温調ジャケットとについては、ろう付け層によって接合し、これらを一体化するのが好ましく、このようにろう

付け層によって一体化した場合には、静電チャックと温調ジャケットとの間の応力緩和を図ることが可能となり、さらに、温調ジャケットからの温熱あるいは冷熱をより一層速やかに静電チャック側に伝えることも可能になる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明を詳しく説明する。図1は、本発明のウエハステージの一実施形態例を示す図であり、図1中符号1はウエハステージである。このウエハステージ1は、温調ジャケット2上に静電チャック3が載置固定されて構成されたものである。温調ジャケット2は、後述する温調手段（図示略）を備えて形成されたもので、これにより温調手段からの温熱あるいは冷熱をその上の静電チャック3に伝えるものとなっている。また、この温調ジャケット2は、アルミナ、炭化ケイ素、チタン酸カリウム、ホウ酸アルミニウム等の無機繊維とアルミニウムまたはアルミニウム合金とを、高圧下で複合してなる複合化アルミニウム材料から形成されたもので、本実施形態例では、この複合化アルミニウム材料としてFRM-A1（商品名）〔株式会社エー・エム・テクノロジー製〕が用いられている。

【0013】このFRM-A1は、アルミナ繊維に金属アルミニウムを含浸させたFRM層の両側に、金属アルミニウム層を形成して構成されたもので、全体としての400℃における線膨張係数が $13.6 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ と、400℃における金属アルミニウムの線膨張係数が $26 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ であるのに比較してほぼ半分になったものである。また、このFRM-A1は、全体としての400℃における熱伝導率が0.272 [cal/cm・sec・℃]と、400℃における金属アルミニウムの熱伝導率が0.502 [cal/cm・sec・℃]であるのと近い値を有したものとになっている。

【0014】静電チャック3は、絶縁材料からなる誘電体4と、これの下面に設けられたろう付け層からなる電極5と、電極5の下側に配設された窒化アルミニウム板6と、該窒化アルミニウム板6の下側に配設されたヒータ7と、前記窒化アルミニウム板6の下側に配設され、かつ前記ヒータ7の上下両側に配設された金属板8a、8bとを備えて略円柱（円盤）状に構成されたものである。

【0015】誘電体4は、熱伝導率の高い絶縁材料、この実施形態例では窒化アルミニウム（熱伝導率：0.235 [cal/cm・sec・℃]）によって形成された厚さ0.1mm程度の略円板状のもので、この例では予め作製された焼結体からなっている。この誘電体4には、その円板状の部分の側周縁にこれより下方に向かって延出する筒状部4aが形成され、また、その円板状の部分には、後述するように誘電体4上に載置保持されるウエハを押し上げるためのブッシャーピン（図示略）を、該誘電体4の面上に突出させるための貫通穴4bが形成され

ている。さらに、この誘導体4の下面において貫通孔4bの周辺部には、ブッシャーピンがろう付け層からなる電極5と接しないように該電極5の層厚と同じ高さの筒部4cが形成されている。なお、この誘導体4としては、窒化アルミニウム以外にも例えばサファイア（熱伝導率：0.1〔cal/cm・sec・℃〕）やアルミナ（熱伝導率：0.05〔cal/cm・sec・℃〕）等のセラミックス板も使用可能である。

【0016】電極5は、前記窒化アルミニウム板6上に誘導体4を固定するためのろう付け層、すなわち窒化アルミニウム板6と誘導体4との間に設けられた厚さ0.2mm程度のろう材により形成されたものである。このろう材として具体的には、チタン、スズ、アンチモン、マグネシウムからなる合金等が挙げられる。このろう付け層からなる電極5は、窒化アルミニウム板6の上面と誘導体4との間に設けられるようになっており、これによりその側端は誘導体4の前記筒状部4aに覆われている。また、このろう付け層からなる電極5は、窒化アルミニウム板6の上面と誘導体4との間において、誘導体4の前記筒部4cを避けて設けられており、これによって該筒部4cを通るブッシャーピンと電極5とは接触しないようになっている。

【0017】なお、この電極5には、図1中に示さないものの高圧電源が配線を介して接続されるようになっており、これにより該電極5に直流電圧が印加されると、前記誘導体4が吸着力を発揮するようになっていく。また、この電極5には、図1中に示さないもののRF電源も配線を介して接続されるようになっていく。すなわち、この静電チャック3では、前述したように温調ジャケット2が複合化アルミニウム材料から形成されているので、例えばA1からなる金属製ジャケットのようにこれをそのままRF電極として使用することができないことから、電極5がRF電極としても用いられるのである。

【0018】窒化アルミニウム板6は、この例では前記電極5、すなわちろう付け層に当接する円板部6aと、この円板部6aの側周縁より下方に向かって延出した筒状部6bと、該筒状部6bの下端縁より外方に向かって延出した鍔部6cを有して形成されたもので、全体が厚さ2mm程度に形成されたものである。また、この窒化アルミニウム板6は、前述したように高い熱伝導率（0.235〔cal/cm・sec・℃〕）を有するもので、これによりこれの下に配設されるヒータ7から前記電極5への熱伝導が速やかになされるようになっていく。

【0019】ヒータ7は、本実施形態例ではFe、Cr、Alからなる合金であるヒートロイによって平面視螺旋状に形成されたものとなっており、厚さ0.04mm程度の薄膜で、かつ幅2～3mm程度に形成されたものである。なお、このヒータ7には、図示しないものの電源が配線を介して接続されており、これによって2k

W程度の発熱がなされるようになっていく。また、このヒータ7には、その螺旋状となるヒータパターン間の隙間に絶縁材9が埋め込まれており、これによってヒータ7は、絶縁材9により補強された状態で円盤形状を形成したものとなっている。ここで、絶縁材9としては、本実施形態例では窒化アルミニウムが用いられている。

【0020】また、このヒータ7と絶縁材9とからなる円盤形状のものには、その上面に金属板8aが、下面に金属板8bがそれぞれ貼設されている。そして、このようにして金属板8a、8bに挟着されたヒータ7は、これら金属板8a、8bとともに、前記窒化アルミニウム板6の筒状部6b内に隙間なく納められたものとなっている。ここで、金属板8a、8bとしては、ヒータ7からの熱を速やかに誘導体4側に伝えるため、あるいは後述するように温調ジャケット2からの温熱あるいは冷熱を速やかにヒータ7側に伝えるため、熱伝導率の大きい金属あるいは合金が好適とされ、本実施形態例では厚さ1.5～2.0mm程度のモリブデン（Mo）板が用いられている。

【0021】これら金属板8a、8bには、それぞれその内面、すなわちヒータ7側の面に酸化膜等からなる絶縁被膜（図示略）が設けられており、これによってヒータ7から金属板8a、8bに電気が流れることが防止されている。また、金属板8aは窒化アルミニウム板6にろう付けによって接合されており、同様に金属板8bは前記温調ジャケット2にろう付けによって接合されている。金属板8a、8bのろう付けに用いられるろう材として具体的には、前記電極5となるろう材と同様に、チタン、スズ、アンチモン、マグネシウムからなる合金等が挙げられる。なお、この静電チャック3には、前述したように誘導体4上に載置保持されるウエハを押し上げるためのブッシャーピン（図示略）が埋設され、さらに該ブッシャーピンには、これを誘導体4の面上に突出させるあるいは該面下に埋没させる出沒機構（図示略）が接続されている。

【0022】次に、このようなウエハステージ1の使用方法について、本実施形態例のウエハステージ1を図2に示すECR（電子サイクロトロン共鳴）タイプのCVD装置10に用いた例に基づいて説明する。まず、CVD装置10について説明すると、このCVD装置10は、チャンバー11の上方にマイクロ波導波管12が設けられ、このマイクロ波導波管12の周囲にソレノイドコイル13が備えられ、さらにマイクロ波導波管12の下部にマイクロ波導入窓14が設けられて構成されたものである。チャンバー11内には、マイクロ波導入窓12の近傍に配設された図示しないガス導入管からO<sub>2</sub>、CF<sub>4</sub>等の反応ガスが供給され、さらにウエハステージ1周辺に配設されたガス導入リング15から原料ガスであるT

EOS（テトラエトキシシラン）が導入されるようになっている。なお、ウエハステージ1には、その電極5に配線を介して高圧電源（図示略）が接続され、さらに配線を介してRF電源16も接続されている。

【0023】また、このウエハステージ1の前記温調ジャケット2には、温調媒体用の配管17、18を介して媒体供給装置19が接続され、さらにウエハWの温度を計測するための蛍光ファイバ温度計20が接続されている。媒体供給装置19は、Heガス等からなる-100℃以下のガス冷媒を供給するチラーなども用いることができるが、本実施形態例では、シリコンオイル等の50℃～200℃といった高温の媒体を配管17に供給する高熱媒体供給装置が用いられている。すなわち、この媒体供給装置19は、配管17を介して高温媒体をウエハステージ1の温調ジャケット2に供給し、かつ配管18を介して温調ジャケット2から返送された高温媒体を受け入れさらにこれを所定温度に加熱または冷却するもので、このような高温媒体の循環によってウエハステージ1上に支持固定されたウエハWを静電チャック3のヒータ7とともに加熱しかつ温度調整するものである。そして、これら媒体供給装置19、配管17、18、さらには媒体供給装置19から温調ジャケット2に循環せしめられる高温媒体により、本発明における温調手段が構成されているのである。

【0024】媒体供給装置19に接続された配管17には高温での動作が可能な制御バルブ21が配設され、また配管17と配管18との間のバイパス配管22にも高温での動作が可能な制御バルブ21が配設されている。ここで、ウエハWの加熱は、ウエハWの設定温度にもよるものの、通常は主に静電チャック3のヒータ7によって加熱を行う。一方、媒体供給装置19から高温媒体が循環されることによる温調ジャケット2での加熱は、むしろウエハWの温度安定のため、さらにはプラズマ発生による入熱を相殺するために、逆にヒータやプラズマによって設定温度以上に加熱されたウエハWを、設定温度にまで冷却するために用いられる。

【0025】例えば、プラズマ処理プロセスにおけるウエハWの設定温度を400℃とする場合、ヒータ7による加熱条件として例えば450℃～500℃程度にウエハWを加熱するようにしておき、一方、温調ジャケット2に循環させる高温媒体の温度を例えば200℃程度にしておく。そして、このようなヒータ7による加熱と温調ジャケット2からの加熱により、ウエハWを設定温度である400℃に制御する。このようにして制御されたウエハWは、前述したように、プラズマ発生による大きな入熱によって温度上昇が起こるが、その際、媒体供給装置19から供給される高温媒体の温度またはその流量により、設定温度を維持するように制御される。

【0026】すなわち、ウエハステージ1の温調ジャケット2をプラズマ発生前に比べて冷却し、プラズマ発生

による入熱を相殺すべくウエハWの温度を設定した温度にまで冷却するには、蛍光ファイバ温度計20で検知された温度を制御装置（PIDコントローラ）23で検出し、ここで予め設定されたウエハWの温度との差から、予め実験や計算によって決定された温度となるように媒体供給装置19によって高温媒体を冷却し、または予め実験や計算によって決定された流量となるように制御装置23で前記制御バルブ21、21の開閉度を制御する。

【0027】次に、このようなCVD装置10を用いたプラズマCVD処理の一例を、図3（a）、（b）を参照して説明する。この例では、図3（a）に示すようにウエハW上にSiO<sub>2</sub>膜31を介して形成された複数のAl配線32…上に、ギャップフィル用SiOFの成膜を行うようにした。

【0028】まず、図3（a）の状態に形成されたウエハWを、ウエハステージ1上にセットし、このウエハWをCVDの条件温度（設定温度）である400℃に加熱調整する。ウエハWの加熱調整としては、静電チャック3のヒータ7によってウエハWの温度が400℃を越えるように加熱しつつ、この400℃を越える分を相殺するように媒体供給装置19から200℃に加熱調整されたシリコンオイル（高温媒体）を温調ジャケット2に供給循環させ、ウエハWの温度を設定温度である400℃に調整する。

【0029】このようにしてウエハWを設定温度に調整したら、以下の条件でプラズマCVD処理を行う。

原料ガス : TEOS/O<sub>2</sub>/CF<sub>4</sub> 10/50/30 sccm

圧 : 0.5 Pa

ソースパワー : 2500 W

RFバイアス : 500 W

ウエハステージ温度 : 400℃

【0030】ここで、このようなプラズマCVDにおいては、プラズマの発生によってウエハWに大きな入熱があるものの、蛍光ファイバ温度計20で検知された温度を制御装置（PIDコントローラ）23で検出し、この検出値に基づいて高温媒体の温度または流量を調整することにより、温調ジャケット2に送る熱量を少なくしてプラズマ発生によるウエハWへの入熱分を相殺し、ウエハWの温度を設定温度に維持している。このような条件のプラズマCVDにより、図3（b）に示すように緻密で良好な膜質のSiOF膜33を形成することができ、これにより良好なギャップフィルを行うことができた。

【0031】なお、従来では、ウエハWの保持固定に静電チャックを用いていても、この静電チャックを温調ジャケットに接合していなかったり、温調ジャケットによるウエハステージ全体の冷却（すなわち、ヒータによる加熱に対する相対的な冷却）を実施していなかったの

でウエハステージによる加熱をウエハWが200℃程度となるようにし、高温での成膜を実施していたが、ウエハステージ1を用いた本例では、最初からウエハWを設定温度(400℃)に調整した状態で処理を行った。そして、このようなウエハステージ1を用いた温度制御方式では、プラズマ発生前から発生後までにかけてのウエハWの最大温度上昇分 $\Delta T$ を、約20℃に抑えることができた。すなわち、このウエハステージ1を用いたプラズマCVDの例では、従来のごとく予め設定温度を低くしておいて成膜を行うことにより、時間の経過に伴って成膜温度が変化し、これにより得られる膜がその厚み方向で膜質が異なってしまうといった不都合が生じていたのを、回避することができるのである。

【0032】次に、CVD装置10を用いたプラズマCVD処理の他の例を、図4(a)～(b)を参照して説明する。この例では、図4(a)に示すようにウエハW上にSiO<sub>2</sub>膜41が形成され、このSiO<sub>2</sub>膜41にアスペクト比4のコンタクトホール42が形成されたウエハWの、コンタクトホール42内にTi膜、TiN膜を形成するようにした。なお、この例では、ガス導入リング15からTiCl<sub>4</sub>を導入するようにし、さらにマイクロ波導入窓14周辺の図示しないガス導入口からH<sub>2</sub>やN<sub>2</sub>を導入するようにした。

【0033】まず、図4(a)の状態に形成されたウエハWを、先の例と同様にしてウエハステージ1上にセットし、このウエハWをCVDの条件温度(設定温度)である500℃に加熱調整する。ウエハWの加熱調整としては、先の例と同様に静電チャック3のヒータ7によってウエハWの温度が500℃を越えるように加熱しつつ、この500℃を越える分を相殺するように媒体供給装置19から200℃に加熱調整されたシリコンオイル(高温媒体)を温調ジャケット2に供給循環させ、ウエハWの温度を設定温度である500℃に調整する。

【0034】このようにしてウエハWを設定温度に調整したら、以下の条件でプラズマCVD処理を行ない、図4(b)に示すようにTi膜43を形成する。

原料ガス : TiCl<sub>4</sub> / H<sub>2</sub> / Ar 3/1  
00/100 sccm

圧 : 0.5 Pa

ソースパワー : 2500 W

RFバイアス : 0 W

ウエハステージ温度 : 500℃

続いて、以下の条件でプラズマCVD処理を行ない、図4(b)に示すようにTiN膜44を形成する。

原料ガス : TiCl<sub>4</sub> / H<sub>2</sub> / N<sub>2</sub> / Ar  
15/100/5/100 sccm

圧 : 0.5 Pa

ソースパワー : 2500 W

RFバイアス : 0 W

ウエハステージ温度 : 500℃

【0035】ここで、このようなプラズマCVDにおいては、プラズマの発生によってウエハWに大きな入熱があるものの、先の例と同様に蛍光ファイバ温度計20で検知された温度を制御装置(PIDコントローラ)23で検出し、この検出値に基づいて高温媒体の温度または流量を調整することにより、温調ジャケット2に送る熱量を少なくしてプラズマ発生によるウエハWへの入熱分を相殺し、ウエハWの温度を設定温度に維持している。このような条件のプラズマCVDにより、図4(b)に示したように緻密で低塩素濃度のTi膜43、TiN膜44からなるバリアメタルを形成することができた。

【0036】なお、従来では、前述したようにウエハWの保持固定に静電チャックを用いていたとしても、この静電チャックを温調ジャケットに接合していなかったり、温調ジャケットによるウエハステージ全体の冷却(すなわち、ヒータによる加熱に対する相対的な冷却)を実施していなかったため、プラズマ発生に伴う入熱による温度上昇分を見込んでウエハステージによる加熱をウエハWが300℃程度となるようにし、高温での成膜を実施していたが、ウエハステージ1を用いた本例では、最初からウエハWを設定温度(500℃)に調整した状態で処理を行った。そして、このようなウエハステージ1を用いた温度制御方式では、プラズマ発生前から発生後までにかけてのウエハWの最大温度上昇分 $\Delta T$ を、約20℃に抑えることができた。すなわち、このウエハステージ1を用いたプラズマCVDの例では、従来のごとく予め設定温度を低くしておいて成膜を行うことにより、時間の経過に伴って成膜温度が変化し、これにより得られる膜がその厚み方向で膜質が異なってしまうといった不都合を回避し、塩素濃度が0.2%以下の良好な膜質のバリアメタルを形成することができた。

【0037】以上述べたように図1に示したウエハステージ1にあては、特にウエハWを高温に設定する場合、静電チャック3に一体化したヒータ7で設定温度を越える温度にウエハWを加熱しつつ、温調ジャケット2によってヒータ7による設定温度を越える分を相殺するようにウエハWへの加熱の度合いを抑えて加熱することにより、ウエハWの温度を設定温度に安定させることができる。また、プラズマ発生に伴う入熱があっても、ヒータ7の温度を調整し、あるいは温調ジャケット2に備えられた温調手段を調整することによって該入熱分を相殺することができ、これによりプラズマ処理中にウエハWの温度が大きく変化するのを防止することができる。

【0038】また、静電チャック3においては、金属板8a、8bとして線膨張係数が $5.7 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ と、窒化アルミニウム板6の線膨張係数( $5.1 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ )に近い値を有し、かつ熱伝導率が $0.370 [\text{cal}/\text{cm} \cdot \text{sec} \cdot ^{\circ}\text{C}]$ のモリブデンを用いていることから、ウエハステージ1が温度変化に伴う熱ストレスを受けても、この熱ストレスに起因して、窒化アルミニウム板6

やこれの上に配設される誘電体4に割れや剥離が生じるといったことを抑えることができる。

【0039】また、温調ジャケット2が複合化アルミニウム材料から形成されているので、この複合化アルミニウム材料が金属アルミニウムに近い熱伝導率を有し、かつ線膨張係数が金属アルミニウムに比べ低いことにより、この温調ジャケット2と静電チャック3とを直接接合しても、温調ジャケット2の線膨張係数が静電チャック3中の誘電体4や窒化アルミニウム板6の線膨張係数に近くなっているため、これらの線膨張係数の違いによる誘電体4等の割れや剥離などを抑えることができる。したがって、このウエハステージ1では、従来困難であった400℃以上でのプラズマ処理での使用にも耐え得るとともに、このような高温でのプラズマ処理を安定した温度条件のもとで行えるようにすることができる。

【0040】さらに、温調ジャケット2と金属板8bとの間、金属板8aと窒化アルミニウム板6との間、さらに窒化アルミニウム板6と誘電体4との間を全てろう付けで接合していることから、これらろう材の線膨張係数を窒化アルミニウムの線膨張係数とモリブデンの線膨張係数との間の値となるように、あるいはこれらに近い値となるように調整することにより、ウエハステージ1の温度変化に伴う熱ストレスの影響をより確実に緩和することができる。また、特に温調ジャケット2と金属板8bとの間、すなわち温調ジャケット2と静電チャック3との間をろう付け層で接合しているので、温調ジャケット2からの温熱あるいは冷熱をより速やかに静電チャック3側に伝えることができ、これによりウエハWの温度制御性を高めることができる。

【0041】また、電極5は、その側端が誘電体4の筒状部4aに覆われており、さらに窒化アルミニウム板6の上面と誘電体4との間においては筒部4cによってブッシャーピンから絶縁されているため、このウエハステージ1をプラズマ処理装置によるプラズマ処理に用いたとき、プラズマによって電極5にリーク電流が発生するのを防止することができる。なお、前記実施形態例においては、主にウエハWを400℃以上の高温に設定する場合について説明したが、本発明のウエハステージでは、ウエハWを400℃未満の高温や常温、あるいは低温に設定する場合にも用いることができるのはもちろんである。

【0042】

【発明の効果】以上説明したように本発明のウエハステージは、静電チャックにヒータが一体化されているので、ヒータによる加熱によって熱を速やかに誘電体に伝え、これにより誘電体上に載置・保持されるウエハを速やかに加熱することができ、かつ、この静電チャックの下に温調手段を備えた温調ジャケットが配設されているので、静電チャックに設けたヒータによってウエハを速やかに加熱するのに加え、温調ジャケットによって静電

チャックを介してウエハの温度調整を行うことができる。したがって、このウエハステージは、ウエハ温度を二重に制御することができることから、ウエハに対する温度制御性を高めたものとなり、これにより例えばプラズマ処理のプロセス精度を向上させることができる。

【0043】また、静電チャックにおける電極が誘電体を固定するためのろう付け層によって形成されているので、誘電体と電極との接合が確実になるとともに電極を薄厚に形成することができ、しかも、該電極がろう材、すなわち熱伝導性の良好な金属あるいは合金からなっているため、ヒータから誘電体への熱伝導が一層速やかになり、ウエハに対する温度制御性がより高いものとなる。また、電極とヒータとの間に、熱伝導率が0.235 [cal/cm・sec・℃]と高い窒化アルミニウム板が設けられているので、ヒータから電極への熱伝導がより速やかになり、これによってもウエハに対する温度制御性が高められることになる。

【0044】また、ヒータの上側あるいは下側の少なくとも一方に金属板が配設されているので、ろう付け層からなる電極を薄く形成しても、金属板によって静電チャック全体の機械強度を十分に保持することができる。さらに、金属板がヒータの上側にある場合には、該金属板がヒータからの熱を窒化アルミニウム板側に速やかに伝える伝熱板として機能し、金属板がヒータの下側にある場合には、この静電チャックの下に配設された温調ジャケットからの温熱あるいは冷熱をヒータ側に伝える伝熱板として機能することから、やはり熱伝導性が良くなることにより、ウエハに対する温度制御性が高まる。

【0045】また、温調ジャケットが複合化アルミニウム材料から形成されているので、この複合化アルミニウム材料が金属アルミニウムに近い熱伝導率を有し、かつ線膨張係数が金属アルミニウムに比べ低いことにより、この温調ジャケットと静電チャックとを直接接合しても、温調ジャケットの線膨張係数が静電チャック中の誘電体や窒化アルミニウム板の線膨張係数に近くなっているため、これらの線膨張係数の違いによる誘電体等の割れや剥離などを抑えることができる。したがって、このウエハステージでは、従来困難であった400℃以上でのプラズマ処理での使用にも耐え得るとともに、このような高温でのプラズマ処理を安定した温度条件のもとで行えるようにすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のウエハステージの概略構成を示す図であり、静電チャックのみを断面視した側断面図である。

【図2】図1に示したウエハステージを用いたプラズマCVD装置の概略構成図である。

【図3】(a)、(b)は図2に示した装置によるプラズマCVD処理の一例を処理順に説明するための要部側断面図である。

【図4】(a)、(b)は図2に示した装置によるプラ



ズマCVD処理の他の例を処理順に説明するための要部側断面図である。

【符号の説明】

1 ウエハステージ 2 温調ジャケット 3 静電チャック

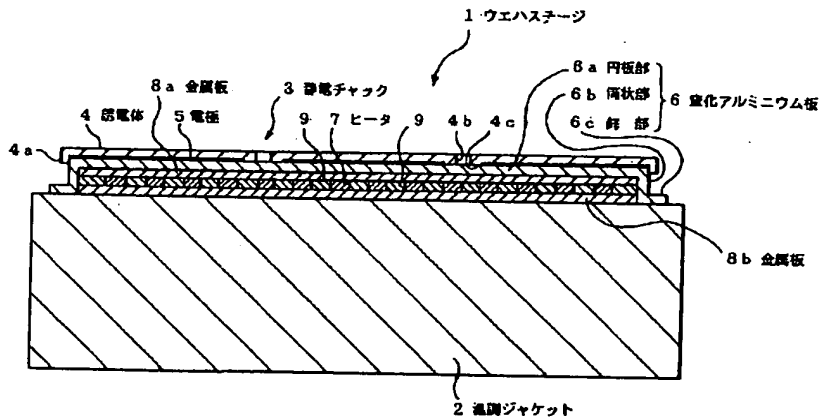
\* 4 誘電体 5 電極 6 窒化アルミニウム板

7 ヒータ

8 a、8 b 金属板 17、18 配管 19 媒体供給装置

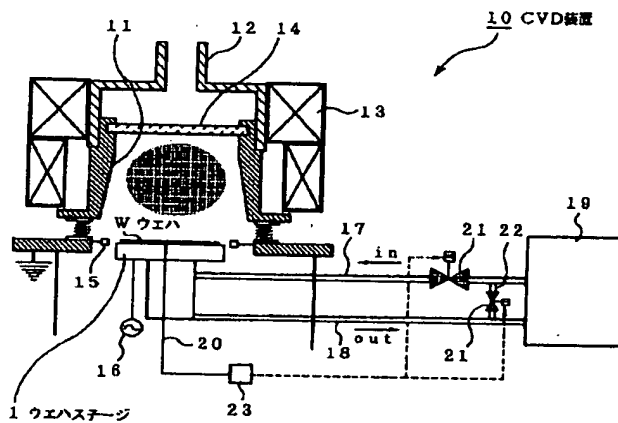
\* W ウエハ

【図1】



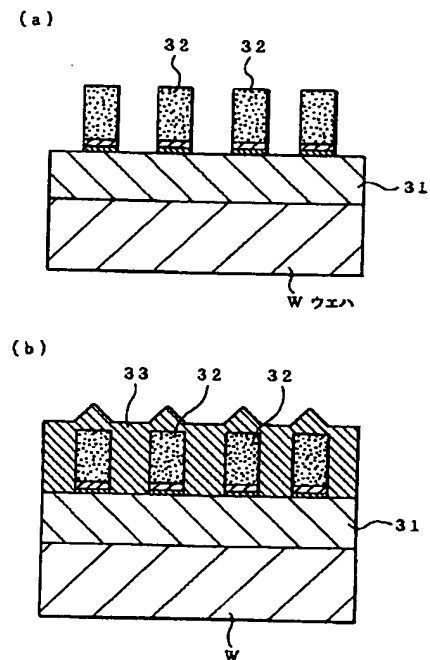
ウエハステージの概略構成図

【図2】



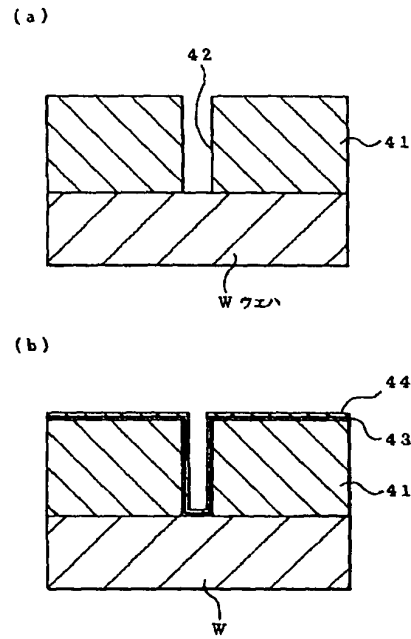
CVD装置の概略構成図

【図3】



プラズマCVD処理の工程説明図

【図4】



プラズマCVD処理の工程説明図

---

フロントページの続き

(72)発明者 平野 信介  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内

(72)発明者 宮下 欣也  
神奈川県川崎市高津区下作延802 株式会  
社創造科学内

(72)発明者 辰巳 良昭  
神奈川県川崎市高津区下作延802 株式会  
社創造科学内

(72)発明者 宮田 征一郎  
神奈川県川崎市高津区下作延802 株式会  
社創造科学内